Universidade de São Paulo
Escola de Engenharia de São Carlos
Departamento de Hidráulica e Saneamento
SHS - 0351 Poluição Ambiental II
Prof. Dr. Davi Gasparini Fernandes Cunha

AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE DE BANHEIROS SECOS E A EFETIVIDADE DO USO DE SEU COMPOSTO NO CULTIVO DE HORTALIÇAS

Ana Luisa do Vale Marques; 4324990
Giovana Spinelli Negro; 9807718
João Fontes Lopes Neto; 9807660
Juliana Yumi Takara; 10352113
Kevin Yukihiro Goia; 9807580

SÃO CARLOS
NOVEMBRO/2018

1. INTRODUÇÃO

Durante a década de 90, os investimentos em saneamento básico no Brasil, principalmente no estado de São Paulo, sofreram um considerável declínio devido ao fim do Plano Nacional de Saneamento (PLANASA) em 1986. Apesar da criação da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA), com o intuito de promover a saúde pública e inclusão social por meio de ações de saneamento e saúde ambiental, apenas em 2007 foi implementada a Lei Nacional de Saneamento Básico 11.445/07 estabelecendo as diretrizes nacionais para o saneamento básico no país. Embora seja um direito nacional garantido pela constituição brasileira, a coleta e tratamento de esgoto não traz um benefício eleitoral imediato, por isso há falta de investimento nesse setor; porém, quando se analisa o benefício social, o âmbito da saúde é o mais afetado positivamente por conta da diminuição de população sujeita a áreas insalubres.

A precariedade nesse serviço é responsável pela disseminação de doenças como febre tifóide, cólera, hepatite, giardíase, leptospirose, poliomielite, ascaridíase, teníase, entre outras. Segundo pesquisas da Organização Mundial da Saúde (OMS), 1,7 milhão de crianças com menos de cinco anos de idade morrem anualmente por viverem em condições insalubres devido a fatores ambientais como poluição, falta de saneamento e uso de água imprópria para consumo. Além disso, a mesma Organização afirma que, em todo o planeta, 2,3 bilhões de pessoas ainda não têm acesso à serviços básicos de saneamento. Mesmo que ressaltados pelas instituições, esses dados são negligenciados pelo poder público que insiste em remediar o problema ao invés de preveni-lo. Estima-se que para cada um real investido no setor de saneamento, economiza-se quatro reais na área de medicina curativa (FUNASA, 2009).

De acordo com dados do Atlas de Saneamento 2011 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) - Capítulo 3 Abrangência dos serviços de saneamento - verifica-se que 2.496 municípios distribuídos pela Unidade da Federação não apresentam rede coletora de esgoto. Segundo o Atlas, a região Sudeste apresenta um percentual de 95,1% de municípios com coleta de esgoto. Ao passo que, a região Norte apresenta a menor proporção de municípios com coleta (13,3%), seguida da região Centro-Oeste (28,3%), da região Sul (39,7%) e da região Nordeste (45,6%). Esses dados evidenciam a desigualdade presente no país, principalmente em relação ao acesso à infraestrutura e saneamento básico. Segundo o IBGE, a ausência de esgotamento sanitário constitui a realidade de grande parte dos municípios com menos de 50 mil habitantes. Esse estrato populacional compõe majoritariamente municípios rurais e populações dispersas com densidade demográfica inferior a 80 habitantes por metro quadrado. (Figura 1).

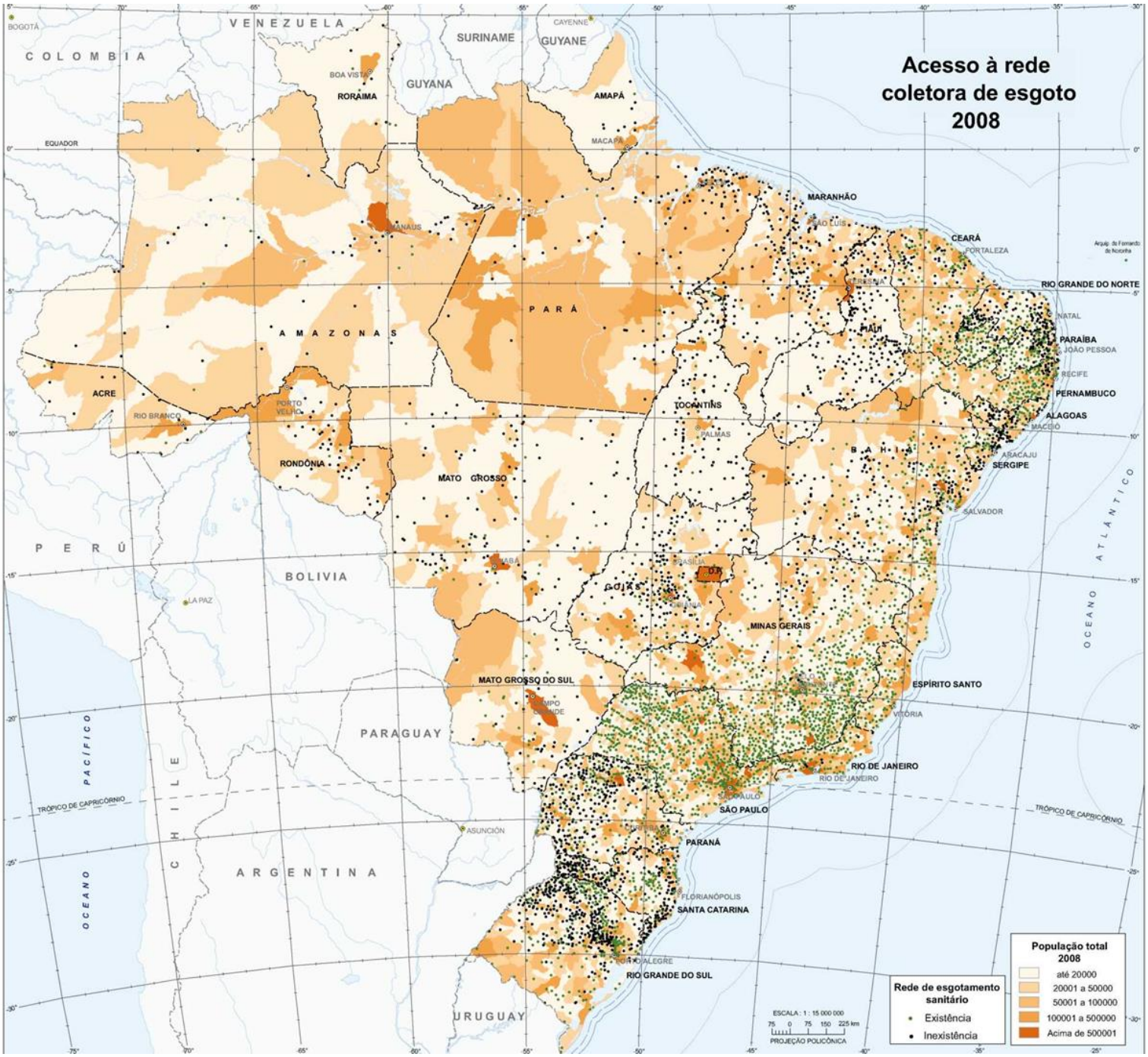


Figura 1- Acesso à rede coletora de esgoto
FONTE: (IBGE, 2008)

Diante desse contexto, no qual os sistemas tradicionais de coleta de esgoto usam a água apenas como um agente transportador de dejetos das residências até as estações de tratamento, a permacultura oferece uma alternativa sustentável; o Banheiro Seco. Além de ser economicamente viável, esse conceito questiona as relações entre o homem e a natureza e a maneira como os recursos naturais são explorados.

O Banheiro Seco surge, então, como uma tecnologia alternativa aos sistemas de tratamento de esgoto centralizado além de promover a reciclagem dos resíduos orgânicos. Ademais, a adesão dessa técnica promove uma mudança comportamental que fortalece a

relação do homem com a natureza. Apesar de ser uma alternativa no contexto nacional, para muitos países do exterior é uma tecnologia consagrada, sendo utilizada como tema de pesquisas em universidades

Conhecido também por Sanitário Compostável, Banheiro Biológico, Composting Toilet ou Dry Toilet, a técnica consiste na compostagem aeróbia dos resíduos orgânicos onde, a presença do ar, bactérias e microrganismos transformam os dejetos em matéria orgânica estabilizada, própria para ser usada como adubo (VAN LENGEN, 2004). Existem diversos modelos que podem ser utilizados tanto em áreas rurais como urbanas e, diferentemente do que se pensa, a aplicação e manutenção correta garante sua efetividade com processos completamente inodoros. Dessa forma, as explicações para a não disseminação dessa tecnologia ocorre por questões culturais, pelo número ínfimo de estudos a respeito, além da falta de acesso a esses estudos que comprovam a eficiência e a sanitariedade do processo.

Apesar de possuir vantagens no quesito estrutural (por não ser necessária a construção de uma estação de tratamento nem de encanação de coleta de esgoto) , social e econômico - quando comparado ao sistema tradicional - o banheiro seco é difundido apenas em áreas rurais. O aspecto construtivo e o fato do composto possuir um grande valor para a população dessas áreas podem ser pontos que devem ser levados em consideração, porém a visão da sociedade é o fator decisivo na escolha da disposição. Existem sociedades em que a excreta humana é considerada como um recurso precioso, em especial a urina, que era utilizada na Europa para limpeza doméstica, curtimento do couro e amolecimento da lã; para gregos e romanos, ela era usada para colorir os cabelos e na indústria farmacêutica chinesa era utilizada como coagulante sanguíneo (ESREY, 2000). Em contrapartida há aquelas que são consideradas fecofóbicas, possuem fobia em falar e lidar com seus próprios excrementos, fruto de uma cultura com o predomínio de sistemas de coleta centralizado que, ao utilizar a água como agente transportador, evita completamente o contato com os dejetos.

O Banheiro seco apresenta todas as características que compõe a definição de permacultura, que é um sistema integrado de espécies animais e vegetais perenes ou que se perpetuam naturalmente e são úteis aos seres humanos. Dentro dela, possuem 3 éticas sendo elas: Cuidar da terra, das pessoas e partilha justa, as quais devem ser sempre seguidas e 12 princípios de planejamento, os quais devem estar em consonância com as éticas (MOLLISON, B. 1978). Entre os 12 princípios da permacultura, o uso de banheiro seco abrange principalmente a valorização de recursos renováveis, diminuição de desperdícios, e o uso de soluções em pequenas escalas.

A permacultura está associada ao desenvolvimento sustentável e aos três eixos que a compõe (aspectos econômicos, ambientais e sociais), tendo-se então a redescoberta de uma relação harmoniosa entre o homem e o meio ambiente que, por sua vez, traz a integração entre as partes e não a segregação como é vista nos moldes atuais. Partindo deste princípio, torna-se possível a compreensão da função de cada elemento presente no local e como eles estão relacionados, sejam eles fatores bióticos ou abióticos, além da criação de novas tecnologias. Portanto, diversos aspectos são abordados dentro dos princípios de planejamentos, apresentando soluções em um grande número de áreas, desde recursos energéticos à resíduos sólidos.

O saneamento básico também é o responsável pelo manejo dos resíduos gerados após o tratamento de esgoto, que segundo a Norma Brasileira NBR 10004/2004, é definido como: “aqueles resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades da comunidade de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de

tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face a melhor tecnologia disponível".

Deste modo, podemos encontrar algumas contradições no sistema de tratamento empregado atualmente: apesar de ajudar na problemática das excretas humanas, há a geração de uma grande quantidade de resíduo que deve ser disposto em aterro sanitário (lodo e rejeitos domésticos); e ou, quando destinados para uso agrícola, devem ser submetidos a uma série de processos para redução de patógenos e atratividade de vetores. Outra problemática é a da água, pois apesar de ocorrer o seu tratamento, para que a captação do efluente ocorra é necessário poluir, canalizar e retificar corpos hídricos. Deste modo, o sistema utilizado para o tratamento de água ajuda no manejo dos resíduos orgânicos porém ocorre a contribuição por conta do lodo produzido, e o mesmo pode se dizer sobre a água, em que ela é utilizada como meio de transporte para depois ser tratada. O Banheiro compostável não possui a problemática da água e ainda ajuda de maneira mais abrangente na questão dos resíduos, pois nele o papel higiênico pode ser compostado junto aos dejetos, além da matéria orgânica estabilizada ser capaz de retornar ao meio ambiente auxiliando no cultivo como fertilizante, ou seja, sendo um condicionador de solos.

Assim, os materiais orgânicos podem ser usados como fontes de nutrientes e como condicionadores do solo, melhorando as suas características físicas e químicas, como aumento na capacidade de retenção de água, na aeração do solo, no pH e na capacidade de troca de cátions (CTC). Como fontes de nutrientes, os resíduos orgânicos podem apresentar quantidades expressivas de nitrogênio, de potássio e de fósforo, constituindo-se em alternativas para fornecer esses elementos para as hortaliças (JÚNIOR, 2006).

Dessa forma, o presente trabalho visa avaliar a efetividade do banheiro seco através de análises de compostos orgânicos e sua influência no cultivo de hortaliças, além de, com base no histórico de saneamento do país, juntamente com as questões culturais vinculadas ao processo de coleta de esgoto e às relações entre o ser humano e a natureza, avaliar a viabilidade de seu uso principalmente em regiões onde não há rede coletora de esgoto mas também em áreas urbanas, com o intuito de impulsionar a conscientização proposta pela permacultura.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Água e saneamento básico

O abastecimento de água e o acesso ao saneamento básico configuram um grande desafio mundial. Segundo o Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto do ano 2016, 92,96% da população urbana tem acesso à água, 57,02% possui coleta de esgoto e 74,87% do esgoto coletado é tratado (SNIS, 2018). Alves (2009) estima que a cobertura do saneamento no meio rural não chega à metade da cobertura da zona urbana.

Os sistemas convencionais de saneamento são restritos a fossa séptica e redes de esgoto transportado com auxílio de grandes volumes de água (ESREY, 2000). O sistema de rede de esgoto usa cerca de 15000 litros por ano de água tratada (Alves, 2009). Ademais

parte do esgoto coletado não passa por tratamento, sendo despejado em rios e lagos. Segundo ESREY et al. (2001) cerca de 90% do esgoto gerado é descartado no meio ambiente com pouco ou nenhum tratamento.

O ambiente doméstico inadequado é responsável por cerca de 30% da ocorrência de doenças (Banco Mundial, 1993). A escassez em tratamento de água e saneamento básico resulta em doenças parasitárias e infecciosas, relevantes entre as causas de morte (ALVES, 2009). Assim, para a realização de um controle de qualidade microbiológica da água de abastecimento são utilizados indicadores de contaminação, sendo os principais: coliformes totais, coliformes fecais, estreptococos fecais e clostrídios sulfito-redutores, todos indicadores de contaminação fecal (PELCZAR, CHAN e KRIEG, 1996)

A aplicação de ações integradas de tratamento de água e esgoto que considerem as necessidades e condições locais podem trazer benefícios para saúde pública e meio ambiente.

2.2. Banheiro seco

O banheiro seco é uma tecnologia que utiliza o processo de compostagem para tratar os dejetos humanos, reduzindo ou eliminando o uso de água como agente transportador (ALVES, 2009). Os dejetos são armazenados em uma câmara passando por um processo de compostagem e posteriormente podendo ser utilizado como adubo.

O tratamento dos dejetos são realizados por meio da desidratação ou decomposição (PEASEY, 2000). No processo de desidratação a urina é desviada para um coletor e as fezes são acumuladas em câmaras e no processo de decomposição os microrganismos transformam os dejetos em compostos orgânicos (SÁ, 2011). A adição de serragem é justificada por representar uma fonte de carbono (VAN LENGEN, 2004), tendo em vista que os dejetos humanos não fornecerem condições ideais devido às altas concentrações de nitrogênio (BERGER, 2010).

Segundo Sá (2011), o projeto de banheiro seco deve considerar a condição física e química do composto. O sistema deve permitir que o material coletado permaneça em repouso, garantindo a degradação dos dejetos. Ademais, é necessário a implantação de um sistema de aquecimento do composto para que ocorra a desinfecção do material.

2.3. Biofertilizantes

Os sistemas convencionais de tratamento de saneamento foram concebidos considerando que os nutrientes que o ser humano elimina não possuem valor significativo. No entanto, Marques e Hogland (2002) afirmam que, excluindo o papel, cerca de 55% dos resíduos sólidos orgânicos domiciliares são biologicamente degradáveis.

Os povos asiáticos utilizavam dejetos na adubação de culturas agrícolas devido a composição química das fezes e da urina apresentar elementos essenciais para o

desenvolvimento vegetal (SÁ, 2011). Apesar da urina apresentar maiores concentrações de nitrogênio, fósforo e potássio, se comparada as fezes, ambas configuram excelentes elementos condicionantes de solo. Segundo Jönsson (1997) e Esrey *et al* (1998), um adulto pode produzir cerca de 400 litros de urina por ano, contendo uma média de 4,0 kg de nitrogênio, 0,9 g de potássio e 0,4 kg de fósforo e fezes, média anual por pessoa de 25 a 50 kg, contendo 0,55 kg de nitrogênio, 0,37 kg de potássio e 0,18 kg de fósforo. Os nutrientes presentes nos dejetos são encontrados em fertilizantes químicos utilizados amplamente na agricultura.

O uso de composto orgânico proporciona diversos benefícios para as propriedades do solo, aumentando a produtividade vegetal e podendo ainda auxiliar na recuperação de solos esgotados (Pereira Neto, 2007). Ademais, a redução do uso de fertilizantes químicos na agricultura proporciona melhorias das condições ambientais e da saúde da população (OLIVEIRA, AQUINO e CASTRO NETO, 2005).

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo principal

Avaliar a viabilidade da técnica de banheiros secos prioritariamente em regiões onde não há rede coletora de esgoto e a efetividade do uso de seu composto em cultivos com o intuito de subverter um paradigma cultural vinculado ao modo de coleta e tratamento de esgoto.

3.2. Objetivo específico

- Verificar a qualidade do composto resultante desta alternativa de tratamento de águas negras avaliando a presença de nutrientes, ausência de patógenos e avaliando sua efetividade;
- Analisar a influência do composto no cultivo de *Lactuca sativa*;
- Mostrar a importância da existência de alternativas ao sistema centralizado de tratamento de esgoto e sua relevância nas áreas periféricas não atingidas pelo sistema de coleta;
- Desenvolver um vídeo capaz de ilustrar a alternativa e sua importância além de promover sua divulgação no ramo da educação ambiental.

4. MATERIAS E MÉTODOS

4.1.Coleta de amostras

A coleta foi realizada em dois banheiros secos localizados no município de São Carlos (SP): Assentamento Nova São Carlos (Figuras 2 e 3) e na Associação Veracidade (Figuras 4 e 5). Em cada local foi retirado 1 kg de composto, sendo estes homogeneizados antes da coleta. A coleta foi feita com as mãos, utilizando-se luvas esterilizadas.

Figuras 2 - Banheiro Seco da Associação Veracidade (área externa)
Fonte: Próprio Autor

Figuras 3 - Banheiro Seco da Associação Veracidade (área interna)
Fonte: Próprio Autor

Figura 4 - Banheiro Seco no Assentamento Nova São Carlos (área externa)
Fonte: Próprio Autor

Figura 5 - Banheiro Seco no Assentamento Nova São Carlos (área interna)
Fonte: Próprio Autor

4.2.Cultivo de hortaliças

4.2.1.Plantio

O plantio foi feito no mesmo dia da coleta dos compostos. Os vasos foram confeccionados em garrafa PET de 2 Litros cortada a 14cm de altura base, com diâmetro igual a 10cm e 6 furos na base. Foram adicionado substrato em diferentes proporções (Tabela 4.1) e cada condição será realizada em triplicata.

Tabela 1 - Identificação dos vasos e suas composições

Identificação do vaso	**Massa de terra vegetal (g)**	**Massa de composto da Veracidade (g)**	**Massa de composto do Assentamento (g)**
Controle	300	-	-
Veracidade 1:1	150	150	-
Veracidade 1:2	100	200	-
Assentamento 1:1	150	-	150
Assentamento 1:2	100	-	200

Fonte: Próprio Autor

Os substratos constituídos por terra vegetal e composto foram homogeneizados antes de serem colocados no vaso.

Após essa etapa, em cada vaso foi feito 3 aberturas de 1 cm de profundidade distribuídos em forma de triângulo no substrato, onde foram colocadas as sementes, com o auxílio de uma pinça. Em cada buraco foi adicionada uma semente de *L. sativa.* Posteriormente os buracos foram cobertos. A disposição dos vasos foi feita aleatoriamente em local com iluminação solar.

4.2.2.Irrigação

A rega foi realizada durante 63 dias, ocorrendo duas vezes ao dia: às 7 horas e às 17 horas. O volume de água usado para a irrigação foi de 50 mL, sendo realizada sempre o mais próximo da terra antes da germinação e próxima a raiz quando o broto começou a se desenvolver

4.2.3. Seleção das mudas

Em cada vaso serão plantados 3 sementes de *L. sativa*, porém será analisado apenas um pé. Assim, logo que surgirem dois ou mais brotos em um vaso, será feita uma seleção de qual será o indivíduo a ser estudado. Essa seleção levará em conta o desenvolvimento das folhas. Os que não forem selecionados serão retirados e descartados adequadamente.

4.3.Análises laboratoriais

4.3.1.Matéria orgânica

Terra/Compostos

Para análise da matéria orgânica nos compostos e na terra vegetal foi feita a análise de sólidos voláteis totais. Para isso foi colocada uma massa de cada material em um cadinho e mantida em estufa por 24 horas a 105 ºC. Após isso, foi retirada 3 gramas de cada um e transportado para outros cadinhos (previamente pesados), em duplicata, e levados à mufla a 550 ºC, por 15 minutos. Após esses procedimentos, foi pesado o resíduo mais o cadinho.

A massa de matéria orgânica foi dada pela equação x :

$$P_{Voláteis\ totais} = P_{3g} - (P_{final} - P_0)$$

Em que: P_{3g} é o peso de composto ou terra colocado na mufla, P_{final} é o peso do resíduo final + peso do cadinho, P_0 é o peso do cadinho.

L. sativa

Essa análise foi uma forma indireta de analisar os nutrientes oferecidos por cada substrato. Assim, após os 63 dias de cultivo, os alfaces foram colhidos, sendo retirados juntos com a raíz. Após isso, foram lavadas as raízes, tirando qualquer pedaço de composto ou terra. Foram pesados os cadinhos limpos e secos em estufa. Com as raízes lavadas, foi cortada a parte aérea da radicular, reuniu as triplicatas e cada uma dessas foi colocada em um cadinho. Cada um dos conjuntos foi colocado na estufa por 24 horas a 105 °C. Passado esse tempo, foram pesados os conjuntos *L. sativa* + cadinhos. O calculo de biomassa foi feito seguindo a equação:

$$P_{Biomassa} = P_f - P_0$$

Em que: P_0 é a massa do cadinho e P_f é a massa do conjunto após estufa (aéreo fr do conjunto pós estufa radicular.ou radicular).

4.3.2.Coliformes totais e *E. coli*

Terra vegetal/Compostos

Para essa análise foi usado o Método do Colilert . Para tal foram adicionados 50 mL do composto e da terra em cada um de três béqueres e foram completados com 150 mL de água deionizada. Os conteúdos dos béqueres foram agitados por dois minutos com bastão de vidro e depois filtrados utilizando funil de vidro e filtro de papel. Do filtrado foram separados 100 mL em um recipiente e, também, foram diluídos 20 mL do filtrado em 80 mL de água deionizada e despejado em outro recipiente. Em ambos recipientes foram adicionados reagente Colilert® sendo agitados até sua completa dissolução e levados para estufa, onde ficaram incubados a 35-37ºC por 24 horas. Ao final desse período, foram feitas as leituras: presença de coloração amarela e fluorescência em luz UV. No caso de coloração amarela, é positiva a presença de Coliformes totais, e no caso de fluorescência em luz UV, é positiva a presença de *E. Coli*.

4.3.3.Nitrogênio Total Kjeldahl (NTK)

Foram realizados procedimentos laboratoriais para a determinação do nitrogênio contido nas na terra vegetal e nos compostos coletados nos banheiros secos. As amostras foram secas em estufa a 105º por 24 horas. Posteriormente foi pesado cerca de 1,00g de cada amostra em vidro relógio. O conteúdo pesado foi transferido para frascos Büchi® lavando o vidro relógio com água deionizada, sem ultrapassar o volume de 50mL, e foi adicionado em cada frasco 10 mL de solução digestora. No frasco para branco houve adição apenas da solução digestora. Em todos os frascos foram adicionados bastões de vidro com

a ponta arredondada para cima. Em seguida, a grade com os tubos foi levada para o bloco digestor (K-438/Büchi®) e as amostras foram digeridas a 380ºC durante 30 minutos. Após o esfriamento das amostras, os tubos foram colocados no destilador K-370/Büchi®, no qual ocorreu a etapa automatizada no método “out tot”. Por fim, foi anotado o volume de ácido sulfúrico gasto na titulação e o cálculo de NTK (mg.g^{-1}) foi obtido pela fórmula:

$$NTK = \frac{(Va-Vb)x14xN}{m}$$

Em que:
Va = volume gasto na amostra (mL), Vb= volume gasto no branco (mL), N = normalidade do ácido sulfúrico tiulante e m = massa da amostra colocada no tubo (g).

4.3.4. Fósforo Total (PT)

Foram realizados procedimentos laboratoriais para a determinação do fósforo contido na terra vegetal e nos compostos coletados nos banheiros secos. As amostras foram secas em estufa a 105º por 24 horas. Posteriormente as amostras passaram em peneira com malha de 0,5 mm de porosidade e foi pesado cerca de 0,3g de cada amostra em um cadinho. Foi adicionado em cada cadinho 0,5g de carbonato de cálcio previamente seco em estufa. Os cadinhos foram então calcinados por 1h a 550ºC e após seu esfriamento em dessecador foi anotado a massa após calcinação. O material contido nos cadinhos foi lavado com 25 mL de ácido clorídrico (1 N) e esse conteúdo foi transferido para erlenmeyer de 125 mL. No erlenmeyer para o branco foram adicionados apenas 25 mL de ácido clorídrico (1 N). Cada erlenmeyer foi colocado em placa aquecedora e tampado com papel por 15 minutos, não podendo a solução secar por completo. Após esse tempo a porção líquida de cada erlenmeyer foi transferida para balão volumétrico de 100 mL. Um volume de 15 mL de cada solução foi transferida para tubos de ensaio, no qual foram adicionados 1,5 mL de reagente misto. O conteúdo foi agitado. Foi então realizada a leitura da absorbância em espectrofotômetro ($\lambda = 800\ nm$) entre 10 e 30 minutos. O cálculo de PT (mg.g^{-1}) foi obtido pela fórmula:

$$PT = \frac{[P-PO_4]xV}{ms}$$

Em que: $[P - PO_4]$= concentração obtida pela curva padrão ($\mu g.L^{-1}$), V= volume utilizado no balão para diluição (L) e ms = massa seca do material pré-calcinação (g)

4.3.5. Vídeo

Um dos objetivos do trabalho é a dispersão do conhecimento adquirido principalmente para que a população acesso fácil e didático sobre o tema abordado. Para isso foi desenvolvido um vídeo educacional apresentando o conceito de banheiro seco e outros conceitos relacionados, como saneamento básico e permacultura. Para isso foram utilizados o site Powtoon e o software Movavi VideoEditor. Foi escrito um script e a narração da animação foi feita pelos próprios integrantes do grupo utilizando a sala de áudio da USP, no Campus 1 de São Carlos. A união da narração com a animação foi feita no próprio programa.

5. RESULTADOS

5.1. Matéria Orgânica

5.1.1. Terra vegetal e compostos

Figura 6: Terra vegetal e compostos depois da mufla
Fonte: Próprio Autor

Tabela 2 - Matéria orgânica na terra vegetal e compostos de banheiro seco

Amostra	Matéria orgânica (g)
Terra vegetal	2,2353
Composto Veracidade	2,4106
Composto Assentamento	1,7314

Fonte: Próprio Autor

5.1.2. *L. sativa.*

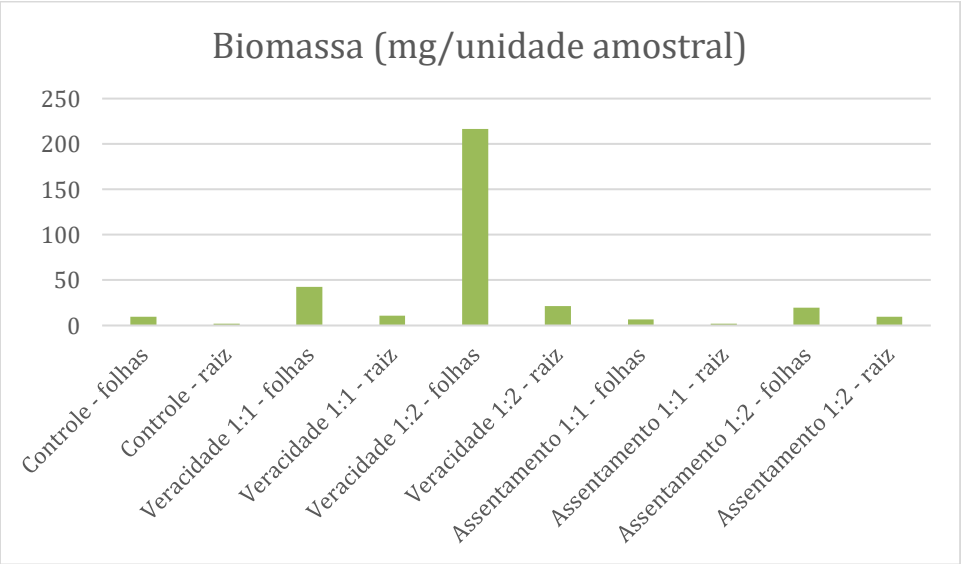
Figura 7: *L. sativa* no dia da análise
Fonte: Próprio Autor

Tabela 3 - Matéria orgânica em *L. sativa.*

Amostra	Biomassa (mg/unidade amostral)
Controle - folhas	9,52
Controle - raiz	2,12
Veracidade 1:1 - folhas	42,65
Veracidade 1:1 - raiz	11,09
Veracidade 1:2 - folhas	216,48
Veracidade 1:2 - raiz	21,39
Assentamento 1:1 - folhas	6,61
Assentamento 1:1 - raiz	1,96
Assentamento 1:2 - folhas	19,56
Assentamento 1:2 - raiz	9,64

Fonte: Próprio Autor

Gráfico 1 – Quantidade de biomassa por amostra



Fonte: Próprio Autor

5.2. Coliformes totais e fecais

Figura 8: Resultados para colilert
Fonte: Próprio Autor

Tabela 4 – Presença de coliformes totais e *E. coli*

Amostra	**Coliformes totais**	***E. coli***
Terra vegetal	Presente	Presente
Composto Veracidade	Presente	Presente
Composto Assentamento	Presente	Ausente

Fonte: Próprio Autor

5.3. Nitrogênio Total Kjeldahl (NTK)

Tabela 5 - Quantidade de NTK

Amostra	**NTK** (mg.g^{-1})
Terra vegetal	1,415
Composto Veracidade	10,605
Composto Assentamento	1,79

Fonte: Próprio Autor

5.4. Fósforo Total (PT)

Tabela 6 – Quantidade de fósforos totais

Amostra	**PT** (mg.g^{-1})
Terra vegetal	6,175
Composto Veracidade	6,607
Composto Assentamento	5,785

Fonte: Próprio Autor

Partindo-se do crescimento das alfaces, pode-se dizer que o composto da Associação Veracidade foi o que mais favoreceu o crescimento delas, o que pode ser verificado quando

se analisa a quantidade de biomassa da alface. Porém, não é só o fato do plantio ter sido feito com o composto que influenciou no processo, quando se compara o controle (plantados apenas em terra vegetal) com o assentamento 1:1, quantidade de biomassa da alface do controle foi maior mesmo com uma das mudas do controles não tendo nascido.

Os resultados obtidos tanto para matéria orgânica quanto para Coliforme total e *E.coli* de cada substrato foram inesperados: O composto do assentamento possui menos matéria orgânica do que a Terra vegetal e há presença de coliformes totais em todas as amostras, porém para a *E. coli* não se verificou no composto do assentamento; vale a ressalva de que foi feito um método qualitativo para a presença microbiana, em que não necessariamente as amostras estão contaminadas com fezes humanas, podendo ser de outros animais. Ainda sobre a matéria orgânica dos substratos não houve uma grande discrepância como o esperado: uma diferença de aproximadamente 0,18g quando se compara o composto da Associação Veracidade com a terra vegetal e - quando se compara os dois compostos - a diferença aumenta, atingindo um valor de 0,68g.

Foi feito um teste quantitativo para alguns nutrientes que são considerados essenciais para as plantas: o fósforo e o nitrogênio. O fósforo é necessário para a planta por estar presente nas moléculas de DNA e RNA. Além disso, é um nutriente essencial para diversas estruturas da planta e se destaca por sua função de captura e conversão da energia solar; o nitrogênio é muito importante para a fotossíntese da planta, além de ser essencial para aminoácidos e proteínas.

Não se teve resultados muito discrepantes quanto ao fósforo, com o maior valor pertencente ao composto da Associação Veracidade, cujo resultado foi de 6,607 mg.g^{-1}, seguido da terra vegetal com 6,175 mg.g^{-1} e por último o composto do assentamento com 5,785 mg.g^{-1}. Porém, os resultados para a concentração de Nitrogênio nos dá a evidência de que este é um dos principais fatores para o desenvolvimento da planta, pois foi onde os resultados obtiveram uma maior diferença no valor e que condiz com a realidade. O maior valor de nitrogênio obtido foi para o composto da Associação Veracidade, atingindo um valor de 10,65 mg.g^{-1}; seguido do composto do assentamento com valor de 1,79 mg.g^{-1}e por último a terra com valor de 1,415 mg.g^{-1}.

6. CONCLUSÕES

A partir deste estudo, pode-se concluir que a técnica do banheiro seco é viável, seja para áreas rurais ou urbanas. Essa técnica, quando executada conforme as metodologias, não gera mau odor e garante um sistema de tratamento eficiente e de baixo custo, além de não promover a poluição da água por não utilizá-la como meio transportador de dejetos.

Em relação aos substratos estudados, todas as amostras com composto na proporção 1:2 indicaram quantidades de biomassa maiores que as amostras controle, o que evidencia a influência positiva no crescimento das hortaliças quando submetidas à essa proporção. O melhor resultado quanto ao crescimento da planta foi o composto da Associação Veracidade, principalmente na proporção 1:2, cujo resultado de biomassa foi de 22,7 vezes maior para as folhas e de 10,1 vezes maior para as raízes quando comparados aos resultados de biomassa do grupo controle.

Apesar dele ter sido o melhor para crescimento, a análise microbiana do composto da Associação Veracidade apontou a presença de *E. coli,* diferentemente *do* substrato do banheiro seco do assentamento, cujo composto não apresenta presença da bactéria,

indicando um melhor tratamento dos dejetos humanos. Além disso, a presença de *E. coli* foi observada na terra vegetal utilizada para o plantio, indicando que a contaminação pode ocorrer mesmo em produtos adquiridos em lojas de jardinagem ou supermercados.

Concluiu-se também que o nitrogênio ou a proporção N/P foi um dos fatores que auxiliou no crescimento das plantas, visto que as amostras que resultaram em um maior crescimento apresentaram 7,5 vezes mais NTK quando comparadas à amostra de terra vegetal sem adição de composto. Em relação à quantidade de fósforo e de matéria orgânica do substrato, não houveram discrepância nos resultados obtidos para concluir suas respectivas influências.

Deve se considerar que não foi utilizada nenhuma metodologia prévia para o processo de germinação, de modo que o tempo de vida latente das sementes não foi considerado, ou seja, o tempo de crescimento das hortaliças foi diferente para cada amostra. Entretanto, os resultados majoritariamente positivos devido ao uso do composto e a execução em triplicata podem afirmar a eficiência do banheiro seco.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEIA - NPK – O que é e para que serve? Disponível em: <https://aleia.arq.br/2017/11/17/npk-o-que-e/> Acesso em 18 de novembro de 2018

ALVES, B. S. Q. Banheiro seco: Análise da eficiência de protótipos em funcionamento. (Monografia de conclusão de curso). Centro de Ciências Biológicas. Universidade Federal de Santa Catarina. 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10004 - Resíduos sólidos: classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

BANCO MUNDIAL. World Development Report: Investing in health. New York. Oxford University Press, 1993.

BERGER, W. Basic overview of composting toilets (with or without urine diversion). Technology Review “Composting toilets”. Eschborn, Alemanha: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, 2010.

ESREY S.A. Rethinking Sanitation: Panacea or Pandora's Box. In: Chorus I, Ringelband U, Schlag G e Schmoll O (eds), Water, Sanitation and Health, International Water Association, London. 2000

ESREY, S.A. et al. Ecological Sanitation. Swedish International Development Cooperation Agency, Stockholm, Sweden. 1998.

_____ Cerrando el ciclo. Saneamiento ecológico para la seguridad alimentaria. UNDP, Sida, México. 2001.

FERTILIZANTE.INFO - Biofertilizantes. Conceptos fundamentales. 24 de janeiro de 2018 Disponível em: <http://www.fertilizante.info/biofertilizantes-conceptos-fundamentales/> Acesso em 18 de novembro de 2018

FUNASA - FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. Saneamento Básico: Situação do país e propostas de soluções> Disponível em: <http://www.senado.leg.br/comissoes/ci/ap/AP20091130_FranciscoDaniloForte.pdf> Acesso em 03 de setembro de 2018

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Atlas de Saneamento, 2011. Abrangência dos Serviços de Saneamento. Disponível em: <https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/atlas_saneamento/default_zip.shtm> Acesso em 03 de setembro de 2018

JÖNSSON, H. Assessment of sanitation systems and reuse of urine. Ecological alternatives in sanitation. Publications on Water Resources. No.9. Sida. Stockholm. 1997.

JÚNIOR, M. L. C. Fertilizantes orgânicos e minerais como fontes de N e de P para produção de rúcula e tomate. Campinas, 2006.
Disponível em: <http://livros01.livrosgratis.com.br/cp002364.pdf> Acesso em 11 de setembro de 2018

MARQUES, M. ; HOGLAND, W. . Processo Descentralizado de Compostagem em Pequena Escala para Resíduos Sólidos Domiciliares em Áreas Urbanas. In: XVIII Congreso Interamericano di Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 2002, Cancún. Anais XVIII AIDIS. Cancun, México : Associación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental AIDIS, 2002.

MOLLISON, B. & HOLMGREEN, D. Permaculture One: A Perennial Agriculture for Human Settlements, 1978.

Organização das Nações Unidas no Brasil (ONUBR) - Poluição e falta de saneamento matam 1,7 milhão de crianças por ano, diz OMS. Publicado em 06 de março de 2017 Disponível em: <https://nacoesunidas.org/poluicao-e-falta-de-saneamento-matam-17-milhao-de-criancas-por-ano-diz-oms/> Acesso em 03 de setembro de 2018

Organização Pan Americana da Saúde / Organização Mundial da Saúde no Brasi - OMS: 2,1 bilhões de pessoas não têm água potável em casa e mais do dobro não dispõem de saneamento seguro. Publicado em 12 de julho de 2017 Disponível em: <https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=5458:oms-2-1-bilhoes-de-pessoas-nao-tem-agua-potavel-em-casa-e-mais-do-dobro-nao-dispoem-de-saneamento-seguro&Itemid=839> Acesso em 15 de novembro de 2018

PELCZAR, M.; CHAN, E. C. S. & KRIEG, N. R. 1996. Microbiologia: Conceitos e Aplicações - vol. I e II. Makron do Brasil, São Paulo.

PEREIRA NETO, J.T. Manual de Compostagem: Processo de baixo custo. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2007. 81p.

SÁ, M.S. Avaliação da qualidade de compostos e dos aspectos construtivos e operacionais de banheiros compostáveis. 2015. Dissertação (Mestrado) - Limeira, SP. 2011

SNIS - SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto - 2016. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2016> Acesso em: 09 de novembro de 2018.

VAN LENGEN, J. BASON, Sanitário Seco. Tecnologia Intuitiva e Bio-arquitetura (TIBÁ). Jardim Botânico, Rio de Janeiro, 2004.

WIKI CULTURAMA - agricultura antiga | Origens e história Disponível em: <https://edukavita.blogspot.com/2015/08/agricultura-antiga-origens-e-historia.html> -Acesso em 18 de novembro de 2018